

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-138177

(43)Date of publication of application : 26.05.1998

(51)Int.Cl.

B25J 7/00
B25J 17/00

(21)Application number : 08-307352

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE &
TECHNOL

(22)Date of filing : 01.11.1996

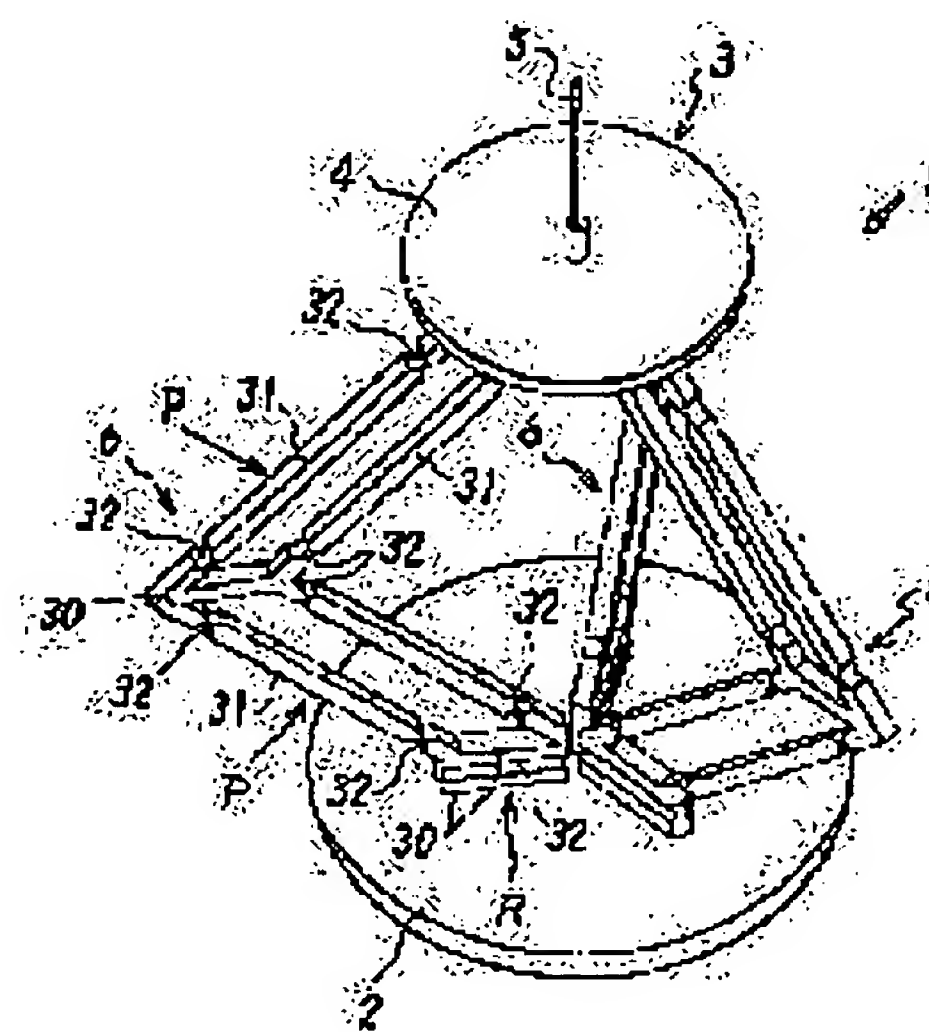
(72)Inventor : TANIGAWA TAMIO
ARAI TATSUO
JACQUES M HERVE

(54) THREE-FREEDOM MICROMANIPULATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-freedom micromanipulator capable of easy and high accuracy positioning making effective use of a characteristics that translational three-freedom is the main action in minute work.

SOLUTION: A three-freedom micromanipulator is provided with three link mechanism 6 connecting a base member 1 to an end effector 3. This link mechanism 6 is provided with two rotating pairs R formed by connecting a pair of pair members 30 by a thin-walled part 32, and two translation pairs P formed by connecting both end parts of a pair of pair members 30 by a pair of connecting rod parts 31 respectively through thin-walled parts 32, and each pair is arranged on one plane to constitute a flexible structure put in three- freedom action.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.11.1996

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2733219

[Date of registration] 26.12.1997

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Two revolute pairs which are equipped with three link mechanisms which connect a base member and an end effector, and are constituted in this link mechanism by connecting between the pair of element members of a couple by the thin-walled part, 3 degree-of-freedom micromanipulator characterized by the thing which it has [thing] two advancing-side-by-side pair of elements constituted by connecting between the both ends of the pair of element member of a couple through a thin-walled part, respectively by the connection rod part of a couple, makes each pair of element arrange on one flat surface, and operates three degrees of freedom, and which was constituted as the flexible structure.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to cheap 3 degree-of-freedom micromanipulator suitable for the utilization to the micro manipulation device in which the detailed activity of positioning of a minute object, handling, cutting, junction, etc. can be done correctly and easily, or a precision positioning stage device, in biotechnology, medicine, the industrial field that needs detailed actuation.

[0002]

[Description of the Prior Art] this invention persons have proposed the micromanipulator which has the hand module which fitted previously the utilization in the biotechnology mentioned above, medicine, or the various industrial fields which need detailed actuation as JP,6-170761,A or JP,6-328374,A.

[0003] 6 degree-of-freedom parallel link mechanism which controls motion of six degrees of freedom by six driving gears constitutes the hand module proposed [this]. Specifically A base member and the end effector which comes to attach a hand piece on a substrate, It has the link of six which connects those base members and substrates. The base member of the link of six, and a node with a substrate And one by one, make each link incline, make and arrange it in an opposite direction, and the base member of those links and a node with a substrate are considered as pivot association. the surroundings of a medial-axis line -- almost -- division into equal parts -- A base member and a substrate are connected with a spring, or connect directly the ends, base member, and substrate of each link by the flexible metal wire-like member, and enable telescopic motion of each link by a piezo piezoelectric device etc.

[0004] However, in the detailed activity under a microscope, about revolution 2 degree of freedom of the circumference of the remaining horizontal axis at least, actuation of advancing-side-by-side 3 degree of freedom of 3 shaft orientations which intersect perpendicularly mutually is main, and the active region of the micromanipulator itself is fully small as compared with the dimension of a hand module, and since the variation rate of a fastener is also very small, actuation of advancing side by side and a substantial difference are not. And although the fastener of the above-mentioned pivot association, a flexible metal wire-like member or a universal joint, a swivel joint, etc. which can be rotated is needed for association with the ends of each link, a base member, and a substrate in the above-mentioned parallel link mechanism since a link drives, in a very small parallel link mechanism, the fabrication of the above-mentioned fastener becomes very difficult like a micromanipulator.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Fundamentally, the technical technical problem of this invention is suitable for the micro manipulation device or the precision positioning stage device which a detailed activity can be done correctly and easily etc., and is by the detailed activity especially to develop 3 degree-of-freedom micromanipulator which can perform easy and highly precise positioning, using effectively the property that advancing-side-by-side 3 degree of freedom mentioned above becomes main actuation.

[0006] Other technical technical problems of this invention realize precision point-to-point control of three degrees of freedom of an end effector by three link mechanisms, and it enables it to manage them

with half control by this as compared with the control system of the conventional micromanipulator, and they are easy and are to offer advantageous 3 degree-of-freedom micromanipulator also in respect of cost. The technical technical problem of further others of this invention is to provide as a thing of easy structure advantageous to forming a link mechanism minutely, as processing and assembly can do the link mechanism for realizing the above simply.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, 3 degree-of-freedom micromanipulator of this invention Two revolute pairs which are equipped with three link mechanisms which connect a base member and an end effector, and are constituted in this link mechanism by connecting between the pair of element members of a couple by the thin-walled part, It is characterized by constituting as the flexible structure which it has [structure] two advancing-side-by-side pair of elements constituted by connecting between the both ends of the pair of element member of a couple through a thin-walled part, respectively by the connection rod part of a couple, makes each pair of element arrange on one flat surface, and operates three degrees of freedom.

[0008] 3 degree-of-freedom micromanipulator which has the above-mentioned configuration shall fit the micro manipulation device or the precision positioning stage device which a detailed activity can be done correctly and easily etc., and can perform easy and highly precise positioning only with advancing-side-by-side 3 degree of freedom especially, using effectively that it is a detailed activity. And since it enables it to realize precision point-to-point control of three degrees of freedom of an end effector by three link mechanisms, it ends with half control as compared with the control system of the conventional micromanipulator, is easy, and advantageous also in respect of cost, and since the link mechanism which made each pair of element arrange on one flat surface is used, it is advantageous to being able to perform processing and assembly easily and forming a detailed link mechanism.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the overall configuration of an example of 3 degree-of-freedom micromanipulator concerning this invention, and this 3 degree-of-freedom micromanipulator 1 is equipped with the base member 2, the end effector 3 which comes to attach the hand piece 5 on the movable base 4, and three link mechanisms 6 which connect the movable base 4 with the above-mentioned base member 2. Although this link mechanism 6 has the configuration shown in drawing 4 or drawing 5 , it is explained about that configuration below at a detail.

[0010] As mentioned above, actuation of advancing-side-by-side 3 degree of freedom of 3 shaft orientations which intersect perpendicularly mutually in the detailed activity under the microscope by the very small parallel link mechanism is main, the variation rate of a fastener is also very small, and, moreover, the fabrication of the fastener is also very difficult. When it considers from such a viewpoint, it is (a) of drawing 2 as a fastener. So that it may be shown The flexible structure which realizes a revolute pair R by connecting between the pair of element members 10 of a couple by the thin-walled part 12, and this drawing (b) So that it may be shown It is advantageous to use the flexible structure which connects between the both ends of the pair of element member 20 of a couple through a thin-walled part 22, respectively by the connection rod part 21 of a couple, and realizes the advancing-side-by-side pair of element P, and it is appropriate to constitute the device in which translational motion of three degrees of freedom is realized using them.

[0011] Processing and assembly become difficult, so that it cannot arrange three pair of elements on one flat surface in this case although it is also possible to realize with the flexible structure with which this advancing-side-by-side 3 degree of freedom has arranged the above-mentioned advancing-side-by-side pair of element P in the 3 of a XYZ shaft directions as shown in drawing 3 , and that flexible structure becomes small, since structure is not contrastive, either.

[0012] However, adoption of the following approaches can constitute more easily this advancing-side-by-side 3 degree of freedom. That is, if two or more link mechanisms of four degrees of freedom by which the straight line which allows the revolution of the circumference of a shaft and advancing side by side of shaft orientations will be defined if based on the research result of the kinematic analysis based on group theory are combined in juxtaposition, it is solved that translational motion is realizable. When

this is explained concretely, it is drawing 4 (a) as a link mechanism. - (d) By taking the configuration of four degrees of freedom as shown, each pair of element can be made to be able to arrange on one flat surface, three degrees of freedom can be operated, and, thereby, processing of the flexible structure of a necessary degree of freedom and assembly by the metal, synthetic resin, etc. can be easy-ized remarkably. In this drawing, R means a revolute pair, P means an advancing-side-by-side pair of element, and it is this drawing (a). - (d) If an example is expressed with the notation of R and P, respectively, a RRPP device, a RPRP device, a PRRP device, and a RPPR device can be named.

[0013] As this example, the link mechanism 6 which comes to constitute a RPPR device from the flexible structure is shown in drawing 5. Two revolute pairs R realized when this link mechanism 6 connects between the pair of element members 30 of a couple by the thin-walled part 32. As the flexible structure equipped with two advancing-side-by-side pair of elements P realized by connecting between the both ends of the pair of element member 30 of a couple through a thin-walled part 32, respectively by the connection rod part 31 of a couple. Since the above-mentioned RPPR device is made to constitute and the device in which this realizes translational motion of three degrees of freedom can be constituted on a flat surface, the processing and assembly can be performed easily.

[0014] 3 degree-of-freedom micromanipulator 1 of drawing 1 shows the condition of having arranged three of the link mechanisms 6 which constitute the RPPR device of above-mentioned drawing 5 in the symmetry mold at intervals of 120 degrees around a medial-axis line between the base member 2 and the movable base 4 of an end effector 3, and gives the same sign as the case of above-mentioned drawing 5 to each part of a link mechanism. In addition, although the case where each link mechanism 6 is located in the surroundings of a medial-axis line at intervals of 120 degrees here is shown, the arrangement can be chosen as arbitration in relation with actuation control. What is necessary is just to consider actuation of this micromanipulator 1 so that each pair of element may be suitably driven with a means.

[0015] In addition, the couple can constitute 3 degree-of-freedom manipulator shown in drawing 1 in the shape of 2 fingers, it can be applied to the detailed activity of positioning of a minute object, handling, cutting, junction, etc. using the number of arbitration, or can be used for a precision positioning stage device etc.

[0016]

[Effect of the Invention] According to the 3 degree-of-freedom micromanipulator of this invention explained in full detail above, by the detailed activity, the property that advancing-side-by-side 3 degree of freedom becomes main actuation is used effectively, precision point-to-point control of three degrees of freedom of an end effector is realized by three link mechanisms, thereby, it ends with half control as compared with the control system of the micromanipulator of six conventional degrees of freedom, and the micromanipulator which can moreover perform easy, cheap, and highly precise positioning can be obtained. Moreover, since processing and assembly were made to do a link mechanism simply, it is advantageous to forming a link mechanism minutely.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-138177

(43)公開日 平成10年(1998)5月26日

(51)Int.Cl.⁶

B 2 5 J 7/00

17/00

識別記号

F I

B 2 5 J 7/00

17/00

H

K

審査請求 有 請求項の数 1 F D (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平8-307352

(22)出願日 平成8年(1996)11月1日

(71)出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72)発明者 谷 川 民 生

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技

術院機械技術研究所内

(72)発明者 新 井 健 生

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技

術院機械技術研究所内

(72)発明者 ジャクエス エム. ハーブ

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技

術院機械技術研究所内

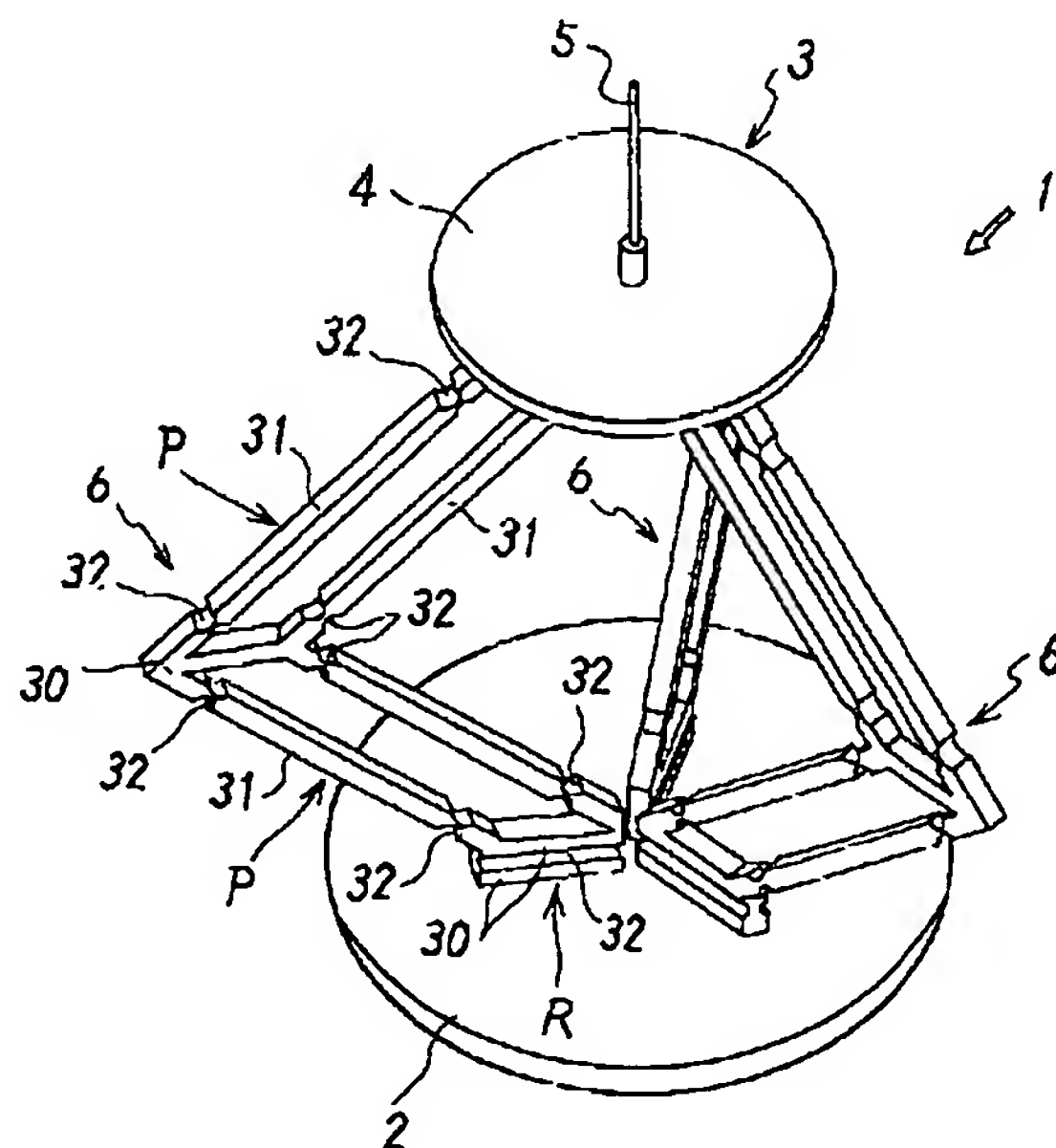
(74)指定代理人 工業技術院機械技術研究所長

(54)【発明の名称】 3自由度マイクロマニピュレータ

(57)【要約】

【課題】 微細作業では並進3自由度が主たる動作になるという特性を有効に利用して、簡単で高精度な位置決めを行い得る3自由度マイクロマニピュレータを提供する。

【解決手段】 ベース部材1とエンドエフェクタ3とを連結する三つのリンク機構6を備える。このリンク機構6は、一対の対偶部材30の間を薄肉部32で連結することにより構成される二つの回転対偶Rと、一対の対偶部材30の両端部間を一対の連結杆部31によりそれぞれ薄肉部32を介して連結して構成される二つの並進対偶Pを備え、各対偶を一つの平面上に配列させて3自由度の動作を行わせる柔軟構造物として構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ベース部材とエンドエフェクタとを連結する三つのリンク機構を備え、

このリンク機構を、一対の対偶部材の間を薄肉部で連結することにより構成される二つの回転対偶と、一対の対偶部材の両端部間を一対の連結杆部によりそれぞれ薄肉部を介して連結して構成される二つの並進対偶を備え、各対偶を一つの平面上に配列させて3自由度の動作を行わせる柔軟構造物として構成した、ことを特徴とする3自由度マイクロマニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バイオテクノロジー、医学、及び微細操作が必要な産業分野等において、微小対象物の位置決め、ハンドリング、切断、接合などの微細作業を正確に且つ容易に行うことができるマイクロマニピュレーション機構、あるいは精密位置決めステージ機構などへの利用に適した安価な3自由度マイクロマニピュレータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】本発明者らは、先に、上述したバイオテクノロジー、医学、あるいは微細操作が必要な各種産業分野における利用に適したハンドモジュールを有するマイクロマニピュレータを、特開平6-170761号あるいは特開平6-328374号として提案している。

【0003】この既提案のハンドモジュールは、6つの駆動装置で6自由度の運動を制御する6自由度パラレルリンク機構により構成したものであり、具体的には、ベース部材と、基板上に手先片を取付けてなるエンドエフェクタと、それらのベース部材と基板を連結する6本のリンクを備え、6本のリンクのベース部材及び基板との接続点を、中心軸線の周りにほぼ等分に、且つ各リンクを順次反対方向に傾斜させるようにして配設し、それらのリンクのベース部材及び基板との接続点をピボット結合として、ベース部材と基板とはスプリングにより連結し、あるいは各リンクの両端とベース部材及び基板とを可撓性の金属線状部材により直接的に連結し、各リンクをピエゾ圧電素子等により伸縮可能としたものである。

【0004】しかしながら、顕微鏡下の微細作業においては、互いに直交する3軸方向の並進3自由度の動作が主要であり、少なくとも残りの水平軸周りの回転2自由度については、マイクロマニピュレータ自体の動作領域がハンドモジュールの寸法に比して十分に小さく、ジョイントの変位も極めて小さいため、並進の動作と実質的な違いがないものである。しかも、上記パラレルリンク機構では、リンクが駆動されるために、各リンクの両端とベース部材及び基板との結合に、上記ピボット結合や可撓性の金属線状部材、あるいはユニバーサルジョイントやボールジョイント等の回転自在なジョイントが必要になるが、マイクロマニピュレータのように、非常に小

さなパラレルリンク機構においては、上記ジョイントの製作が極めて困難になる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の技術的課題は、基本的には、微細作業を正確にかつ容易に行うことができるようなマイクロマニピュレーション機構あるいは精密位置決めステージ機構などに適し、特に、微細作業では上述した並進3自由度が主たる動作になるという特性を有効に利用して、簡単で高精度な位置決めを行い得る3自由度マイクロマニピュレータを開発することにある。

【0006】本発明の他の技術的課題は、三つのリンク機構でエンドエフェクタの3自由度の精密位置決め制御を実現し、これにより、従来のマイクロマニピュレータの制御システムに比して半分の制御で済むようにし、簡単でコスト面でも有利な3自由度マイクロマニピュレータを提供することにある。本発明の更に他の技術的課題は、上記を実現するためのリンク機構を簡単に加工・組立ができるようにして、リンク機構を微細に形成するのに有利な簡単な構造のものとして提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の3自由度マイクロマニピュレータは、ベース部材とエンドエフェクタとを連結する三つのリンク機構を備え、このリンク機構を、一対の対偶部材の間を薄肉部で連結することにより構成される二つの回転対偶と、一対の対偶部材の両端部間を一対の連結杆部によりそれぞれ薄肉部を介して連結して構成される二つの並進対偶を備え、各対偶を一つの平面上に配列させて3自由度の動作を行わせる柔軟構造物として構成したことを特徴とするものである。

【0008】上記構成を有する3自由度マイクロマニピュレータは、微細作業を正確にかつ容易に行うことができるようなマイクロマニピュレーション機構あるいは精密位置決めステージ機構などに適するものとし、特に、微細作業であることを有効に利用して、並進3自由度のみにより簡単で高精度な位置決めを行うことができるものである。しかも、三つのリンク機構でエンドエフェクタの3自由度の精密位置決め制御を実現できるようにしているため、従来のマイクロマニピュレータの制御システムに比して半分の制御で済み、簡単でコスト面でも有利であり、また、各対偶を一つの平面上に配列させたリンク機構を用いているので、簡単に加工・組立を行うことができ、微細なリンク機構を形成するのに有利なものである。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る3自由度マイクロマニピュレータの一例の全体的構成を示すもので、この3自由度マイクロマニピュレータ1は、ベース部材2と、可動台4上に手先片5を取付けてなるエンド

エフェクタ3と、上記ベース部材2と可動台4を連結する三つのリンク機構6とを備えたものである。このリンク機構6は、図4あるいは図5に示す構成を有するものであるが、以下に、その構成について詳細に説明する。

【0010】前述したように、非常に小さなパラレルリンク機構による顕微鏡下の微細作業では、互いに直交する3軸方向の並進3自由度の動作が主要であって、ジョイントの変位も極めて小さく、しかも、そのジョイントの製作も極めて困難である。このような観点から考察すると、ジョイントとして、図2の(a)に示すように、一对の対偶部材10の間を薄肉部12で連結することにより回転対偶Rを実現する柔軟構造物や、同図(b)に示すように、一对の対偶部材20の両端部間を一对の連結杆部21によりそれぞれ薄肉部22を介して連結して並進対偶Pを実現する柔軟構造物を利用するのが有利であり、それらを利用して3自由度の並進運動を実現する機構を構成するのが適切である。

【0011】この並進3自由度は、例えば、図3に示すように、上記並進対偶PをXYZ軸の3方向に配置した柔軟構造物により実現することも可能であるが、この場合には、三つの対偶は一つの平面上に配置できず、また構造も対照的でないため、その柔軟構造物が小さくなるほど加工・組立が困難になる。

【0012】しかるに、この並進3自由度は、次のような方法の採用により、より簡単に構成することができる。即ち、群論に基づく運動解析の研究結果に基づくと、軸周りの回転と軸方向の並進を許す直線が定義される4自由度のリンク機構を並列的に複数組み合わせると、並進運動を実現できることが解明されている。これを具体的に説明すると、リンク機構として、図4(a)～(d)に示すような4自由度の構成を採ることにより、各対偶を一つの平面上に配列させて3自由度の動作を行わせることができ、それにより、金属や合成樹脂等による所要自由度の柔軟構造物の加工や組立を著しく容易化することができる。同図において、Rは回転対偶、Pは並進対偶を意味し、同図(a)～(d)の例をそれぞれR及びPの記号で表すと、RRPP機構、RPRP機構、PRRP機構、RPPR機構と名付けることができる。

【0013】この一例として、RPPR機構を柔軟構造物で構成してなるリンク機構6を図5に示す。このリンク機構6は、一对の対偶部材30の間を薄肉部32で連結することにより実現される二つの回転対偶Rと、一对の対偶部材30の両端部間を一对の連結杆部31でそれぞれ薄肉部32を介して連結することにより実現される二つの並進対偶Pとを備えた柔軟構造物として、上記RPPR機構を構成させたものであり、これにより3自由度の並進運動を実現する機構を平面上に構成できるため、その加工や組立を容易に行うことができるものである。

【0014】図1の3自由度マイクロマニピュレータ1

は、上記図5のRPPR機構を構成するリンク機構6の三つを、ベース部材2とエンドエフェクタ3の可動台4との間において、中心軸線の周りに120°の間隔で対称型に配置した状態を示すものであり、リンク機構の各部には上記図5の場合と同一の符号を付している。なお、ここでは各リンク機構6を中心軸線の周りに120°の間隔では位置した場合を示しているが、その配置は、駆動制御との関連において任意に選択することができる。このマイクロマニピュレータ1の駆動は、適宜手段で各対偶を駆動するように配慮すればよい。

【0015】なお、図1に示す3自由度マニピュレータは、その一对により2本指状に構成したり、その任意数を用いて、微小対象物の位置決め、ハンドリング、切断、接合などの微細作業に適用し、あるいは精密位置決めステージ機構などに利用することができるものである。

【0016】

【発明の効果】以上に詳述した本発明の3自由度マイクロマニピュレータによれば、微細作業では並進3自由度が主たる動作になるという特性を有効に利用し、三つのリンク機構でエンドエフェクタの3自由度の精密位置決め制御を実現し、これにより、従来の6自由度のマイクロマニピュレータの制御システムに比して半分の制御で済み、しかも、簡単、安価で高精度な位置決めを行い得るマイクロマニピュレータを得ることができる。また、リンク機構を簡単に加工・組立ができるようにしたので、リンク機構を微細に形成するのに有利なものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る3自由度マイクロマニピュレータの実施例の斜視図である。

【図2】(a)及び(b)は、回転対偶及び並進対偶を実現する柔軟構造物からなるジョイントについての斜視図である。

【図3】三つの並進対偶を用いた3自由度機構の一例を示す斜視図である。

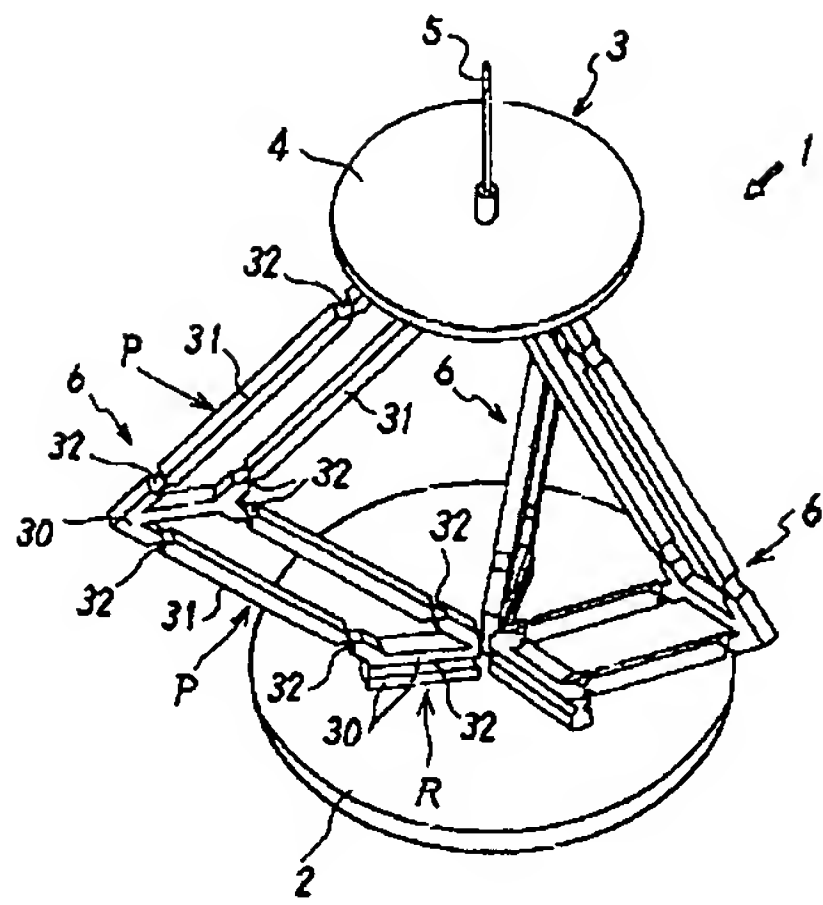
【図4】(a)～(d)は、4自由度のリンク機構についての説明図である。

【図5】図1の実施例において用いているリンク機構の斜視図である。

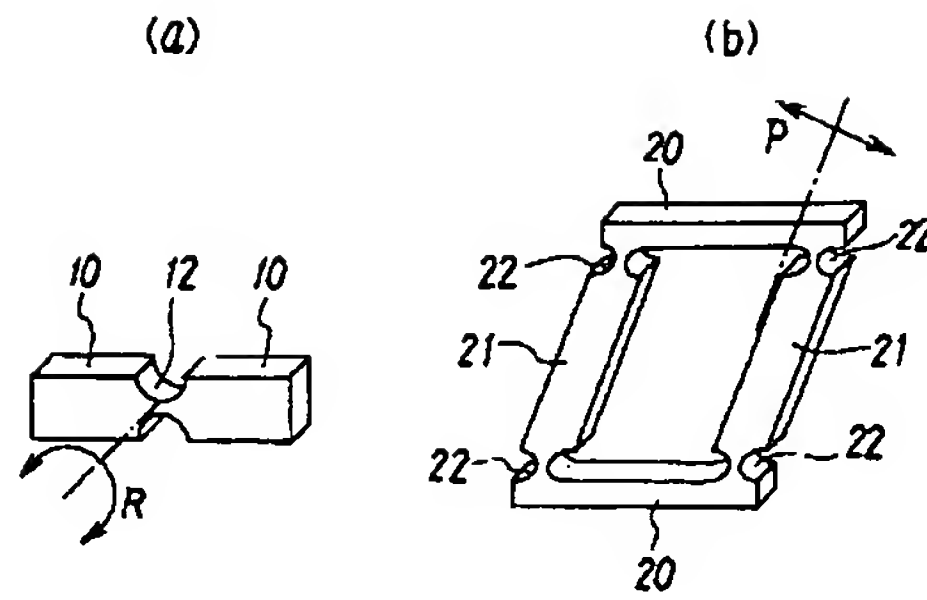
【符号の説明】

- 1 3自由度マイクロマニピュレータ
- 2 ベース部材
- 3 エンドエフェクタ
- 6 リンク機構
- 30 対偶部材
- 31 連結杆部
- 32 薄肉部
- R 回転対偶
- P 並進対偶

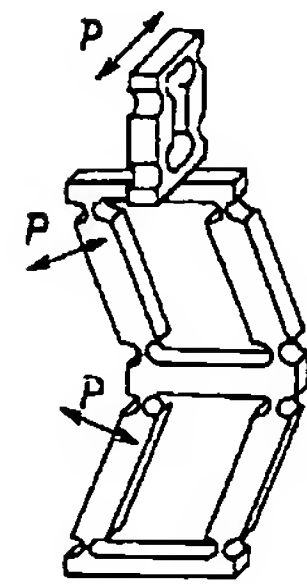
【図1】



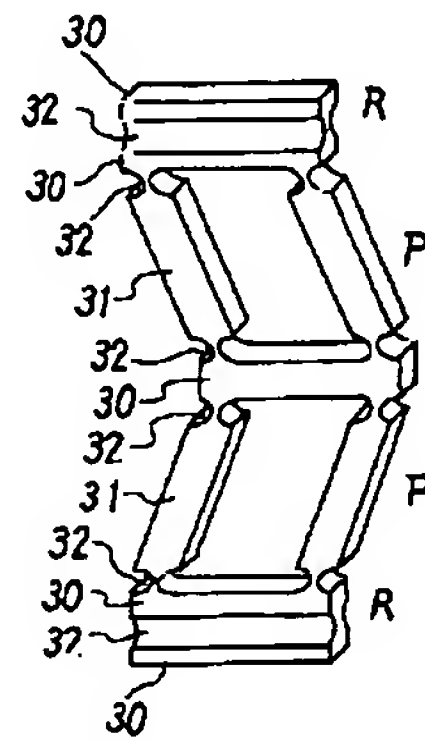
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

